

**Програмові вимоги**  
**до атестації здобувачів вищої освіти**  
**освітньої програми 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»**  
**Освітній рівень – бакалавр**

**ОСНОВНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ**  
**“Фізика”**

**1. Вступ**

- 1.1. Основні типи взаємодій у природі.
- 1.2. Фундаментальні закони і феноменологічні закономірності, динамічні рівняння, закони збереження і статистичні закономірності.
- 1.3. Фізика і науково-технічний прогрес. Роль вітчизняних вчених у розвитку фізики.

**2. Класична механіка**

- 2.1. Нерелятивістська механіка.
  - 2.1.1. Простір і час у нерелятивістській фізиці. Системи відліку. Кінематика точки. Перетворення Галілея. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея.
  - 2.1.2. Закони динаміки матеріальної точки. Поняття сили. Закони динаміки матеріальної точки та межі їх застосування.
  - 2.1.3. Динаміка системи матеріальних точок. Рівняння руху системи матеріальних точок.
  - 2.1.4. Рух у центральному полі. Закони Кеплера і закон всесвітнього тяжіння. Космічні швидкості. Інертна і гравітаційна маси.
  - 2.1.5. Закони збереження в нерелятивістській механіці та їх зв'язок із властивостями симетрії простору і часу.
  - 2.1.6. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.
  - 2.1.7. Механічні коливання. Вільні і вимушені коливання. Резонанс. Коливання при наявності тертя.
  - 2.1.8. Механічні хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі.
  - 2.1.9. Механіка рідин і газів. Закономірності руху ідеальної рідини. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі.
  - 2.1.10. Принцип найменшої дії. Рівняння Лагранжа другого роду. Узагальнена сила, функція Лагранжа.
  - 2.1.11. Канонічні рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона.

- 2.1.12. Розсіяння частинок у центральному полі. Формула Резерфорда.
- 2.1.13. Динаміка твердого тіла. Система рівнянь руху твердого тіла. Момент сили. Момент інерції. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кінетична енергія руху твердого тіла.
- 2.2. Релятивістська механіка.
- 2.2.1. Експериментальні основи спеціальної теорії відносності. Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Принцип відносності Ейнштейна.
- 2.2.2. Релятивістський імпульс і енергія, зв'язок між ними. Енергія спокою. Частинки з нульовою масою. Релятивістська динаміка. Закон збереження енергії-імпульсу.

### **3. Електрика і магнетизм. Електродинаміка**

- 4.1. Електромагнітні взаємодії.
- 4.1.1. Електричні заряди. Вимірювання питомого заряду частинки і елементарного заряду. Рівняння неперервності.
- 4.1.2. Електромагнітне поле у вакуумі і його характеристики. Принцип суперпозиції. Сила Лоренца.
- 4.1.3. Експериментальні основи електродинаміки: взаємодія нерухомих зарядів, досліди Кулона; взаємодія струмів, досліди Ампера; електромагнітна індукція, досліди Фарадея.
- 4.2. Загальні рівняння електромагнітного поля.
- 4.2.1. Система рівнянь Максвелла у вакуумі.
- 4.2.2. Потенціали електромагнітного поля, рівняння для потенціалів, градієнтна інваріантність електричного поля.
- 4.2.3. Густина енергії і густина потоку енергії електромагнітного поля.
- 4.2.4. Закони перетворення полів і потенціалів при переході від однієї інерціальної системи відліку до іншої. Принцип відносності в електродинаміці.
- 4.2.5. Система рівнянь Максвелла у речовині.
- 4.3. Постійні електромагнітні поля.
- 4.3.1. Електростатичне поле у вакуумі, його потенціальність. Принцип суперпозиції і теорема Гаусса. Енергія взаємодії системи зарядів і енергія електростатичного поля.
- 4.3.2. Постійне магнітне поле у вакуумі, його вихровий характер. Закон Біо-Савара-Лапласа і теорема про циркуляцію. Енергія магнітного поля.
- 4.3.3. Електростатичне поле у діелектриках. Теорема Остроградського-Гаусса для поля в діелектрику.
- 4.3.4. Поляризація діелектриків. Полярні і неполярні діелектрики. Сегнето- і п'єзо-електрики. Антисегнетоелектрики, піроелектрики.

- 4.3.5. Магнітне поле у речовинах. Магнітні сприйнятливність і проникність речовини. Діа-, пара- та феро- і антиферомагнетизм. Ферити.
- 4.3.6. Постійний струм у металах. Електрорушійна сила. Густина струму. Закони Ома і Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа, їх фізичний зміст. Закон Відемана-Франца.
- 4.4. Квазістаціонарне електромагнітне поле.
  - 4.4.1 Змінний струм. Опір, ємність, індуктивність у колі змінного струму.
  - 4.4.2 Коливний контур. Вільні і вимушені коливання. Резонанс. Генерація незгасаючих електромагнітних коливань.
- 4.5. Електромагнітні хвилі.
  - 4.5.1. Хвильове рівняння. Плоска монохроматична хвиля. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Ефект Доплера.
  - 4.5.2. Випромінювання електромагнітних хвиль. Вектора Умова-Пойтінга. Дипольне випромінювання. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль.

## 4. Оптика

- 5.1. Хвильова оптика.
  - 5.1.1. Джерела і приймачі світла. Фотометрія.
  - 5.1.2. Поняття про когерентність. Методи одержання когерентних хвиль. Інтерференція світла. Інтерференція в тонких плівках.
  - 5.1.3. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція світла. Дифракція Френеля і Фраунгофера. Дифракційна решітка.
  - 5.1.4. Поляризація світла (лінійна, колова, еліптична). Поляризаційні призми. Подвійне променезаломлення.
- 5.2. Поширення світла в середовищі.
  - 5.2.1. Відбивання і заломлення світла на межі розділу двох діелектриків. Формули Френеля.
  - 5.2.2. Дисперсія. Нормальна і аномальна дисперсія. Електронна теорія дисперсії світла. Поглинання світла. Фазова і групова швидкості світла.
  - 5.2.3. Розсіяння світла. Види розсіяння світла: основні закономірності і елементи теорії.
  - 5.2.4. Теплове випромінювання і його закони. Формула Планка.
  - 5.2.5. Фотоефект. Закони і теорія фотоефекту. Гіпотеза світлових квантів. Ефект Комптона.
- 5.3. Геометрична оптика.
  - 5.3.1. Наближення коротких хвиль. Основні поняття і закони геометричної оптики. Заломлення світла на плоскій і сферичній поверхнях.
  - 5.3.2. Дзеркала, лінзи, призми. Мікроскоп, інші оптичні прилади.

## **5. Фізика ядра і елементарних частинок**

### **6.1. Атомне ядро.**

- 6.1.1 Досліди Резерфорда, ядерна модель атома. Будова і основні характеристики ядра та його складових. Ізотопи, ізобари, ізомери. Енергія зв'язку ядра.
- 6.1.2. Властивості і характеристики ядерних сил. Поняття про обмінний механізм ядерних сил.
- 6.1.3. Радіоактивність. Характеристики і типи радіоактивних перетворень. Природа альфа-, бета- і гама-випромінювань. Дозиметрія.
- 6.1.4. Моделі атомного ядра. Краплинна та оболонкова моделі атомних ядер.
- 6.1.5. Взаємодія гама-випромінювання з речовиною. Ефект Мессбауера.
- 6.1.6. Нейтрино. Поняття про парність. Незбереження парності в бета-розпадах.
- 6.1.7. Ядерні реакції. Реакція поділу і синтезу. Ядерна енергетика.

### **6.2. Елементарні частинки.**

- 6.2.1. Методи реєстрації частинок. Джерела частинок, прискорювачі.
- 6.2.2. Класифікація елементарних частинок. Фотони, лептони, мезони, баріони. Резонанси. Античастинки. Основні характеристики частинок.
- 6.2.3. Типи взаємодії частинок, їх характеристики. Обмінний механізм фундаментальних взаємодій. Поняття про кварки.

## **6. Молекулярна фізика, термодинаміка і статистична фізика**

### **7.1. Молекулярна фізика.**

- 7.1.1. Ідеальний газ. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Барометрична формула.
- 7.1.2. Внутрішня енергія, теплота і робота. Закони термодинаміки. Ентропія. Нерівність Клаузіуса.
- 7.1.3. Теплоємність. Внутрішня енергія як функція стану. Теплоємність при постійному об'ємі. Теплоємність при постійному тиску для ідеального газу.
- 7.1.4. Процеси в ідеальних газах. Ізобарний процес. Ізохорний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес. Робота при ізопроцесах.
- 7.1.5. Процеси переносу та їх види (теплопровідність, дифузія, внутрішнє тертя). Процеси переносу в газах. Зв'язок між коефіцієнтами, що характеризують процеси переносу.
- 7.1.6. Реальний газ. Рівняння та ізотерми Ван-дер-Ваальса. Перехід з газоподібного стану у рідину. Область двофазних станів. Пара.

- 7.1.7. Структура та властивості рідин. Поверхневий натяг. Умови рівноваги на границі двох рідин і на границі рідина-тверде тіло. Тиск під викривленою поверхнею. Капілярні явища.
- 7.1.8. Механічні властивості твердих тіл. Деформації. Механічні напруги. Коефіцієнт Пуассона. Пластична деформація, текучість.
- 7.1.9. Кристалізація і плавлення. Кристалізація і сублімація. Фазові діаграми. Фазові переходи першого роду. Поліморфізм.
- 7.1.10. Основні відомості про сплави.
- 7.2. Термодинаміка.
- 7.2.1. Внутрішня енергія, теплота і робота. Взаємоперетворення внутрішньої та інших форм енергії. Перший закон термодинаміки і його застосування.
- 7.2.2. Квазістатичні процеси. Другий закон термодинаміки. Основні рівняння і нерівності термодинаміки.
- 7.2.3. Термодинамічні потенціали і їх характеристичні функції. Співвідношення Максвелла. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.
- 7.2.4. Теорема Нернста. Постулат Планка. Недосяжність абсолютного нуля.
- 7.2.5. Рівновага фаз. Фазові переходи першого і другого роду. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Рівняння Еренфеста.
- 7.2. Статистична фізика.
- 7.3.1. Мікростани макроскопічної системи. Статистичний розподіл. Термодинамічні величини як середні по ансамблю.
- 7.3.2. Система в термостаті. Канонічний розподіл Гіббса в квантовій і класичній фізиці. Обчислення термодинамічних параметрів на основі розподілу Гіббса.
- 7.3.3. Класичний ідеальний газ і його властивості. Розподіл Максвелла по швидкостях. Розподіл Максвелла-Больцмана.
- 7.3.4. Класична і квантова теорія теплоємності ідеальних газів.
- 7.3.5. Квантовий газ бозонів. Статистика Бозе-Ейнштейна. Бозе-Ейнштейнівська конденсація. Надтекучість рідкого гелію.
- 7.3.6. Застосування статистики Бозе-Ейнштейна до фотонного газу. Закон розподілу Планка для рівноважного теплового випромінювання.
- 7.3.7. Квантовий газ ферміонів. Статистика Фермі-Дірака. Перехід до класичної статистики.
- 7.3.8. Електронний газ. Енергія Фермі. Теплоємність електронного газу.
- 7.4. Елементи фізики конденсованих середовищ.
- 7.4.1. Кристалічна структура і просторова ґратка кристалу. Елементи симетрії кристалічних многогранників. Сингонії кристалів.
- 7.4.2. Елементи симетрії структури кристалів. Трансляційна симетрія. Комірки Браве.

- 7.4.3. Вузли, напрямки, площини. Індеси Міллера. Обернена ґратка і її властивості. Фур'є представлення кристалу.
- 7.4.4. Типи кристалічних ґраток. Щільні упаковки. Геометричні характеристики ґратки. Координаційне число.
- 7.4.5. Типи хімічних зв'язків у твердих тілах та їх характеристики.
- 7.4.6. Коливання кристалічної ґратки. Поняття про фонони. Теплоємність кристалів.
- 7.4.7. Електрони в кристалі. Енергетичні зони.
- 7.4.8. Провідники і діелектрики, напівпровідники та їх електричні властивості. Напівпровідникові прилади.
- 7.4.9. Явище надпровідності. Низькотемпературна й високотемпературна надпровідність. Поняття про теорію Бардіна-Купера-Шріффера.

## **7. Квантова фізика**

- 8.1. Особливості поведінки мікрооб'єктів.
  - 81.1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла і частинок речовини. Гіпотеза де Бройля. Досліди Девіссона і Джермера.
  - 81.2. Дискретність станів мікрооб'єкту; лінійчасті спектри атомів; дослід Франка-Герца.
  - 81.3. Співвідношення невизначеностей. Ймовірнісний характер опису руху мікрооб'єктів.
- 8.2. Основні положення квантової механіки.
  - 8.2.1. Хвильова функція та її інтерпретація. Квантовомеханічний принцип суперпозиції. Принцип причинності. Нормування і ортогональність хвильових функцій.
  - 8.2.2. Оператори фізичних величин та їх властивості. Спектр значень фізичної величини.
  - 8.2.3. Статистичний постулат квантової механіки. Середнє значення фізичних величин.
  - 8.2.4. Хвильове рівняння Шредінґера. Рівняння неперервності, його фізичний зміст.
  - 8.2.5. Стаціонарне рівняння Шредінґера. Властивості стаціонарних станів. Зв'язок енергетичного спектра з потенціалом.
  - 8.2.6. Вільна частинка. Частинка в потенціальній ямі. Енергетичний спектр лінійного осцилятора. Тунельний ефект.
  - 8.2.7. Спін електрона. Опис стану за допомогою повного набору квантових чисел.
  - 8.2.8. Квантова механіка системи тотожних частинок. Властивості симетрії хвильової функції. Бозони і ферміони. Принцип Паулі.

### 8.3. Будова атома.

- 8.3.1. Модель Бора та її історична роль. Спектри випромінювання атомарного водню. Спектри випромінювання атомарного водню. Криза теорії Бора.
- 8.3.2. Квантовомеханічна теорія атома водню.
- 8.3.3. Квантові числа. Спін електрона. Дослід Штерна-Герлаха.
- 8.3.4. Стан електронів в багатоелектронному атомі. Періодична система елементів Менделєєва.
- 8.3.5. Вплив зовнішніх електричних та магнітних полів на атомні спектри. Ефекти Зеємана і Штарка.
- 8.3.6. Магнітні властивості електрона і атома. Магнетон Бора. Магнітні властивості речовини.
- 8.3.7. Поняття про спонтанне та вимушене випромінювання. Лазери.

## **8. Методи математичної фізики**

### 9.1. Векторний аналіз.

- 9.1.1. Скалярний, векторний і змішаний добуток векторів. Градієнт. Дивергенція. Ротор. Послідовне застосування оператора  $\nabla$ .
- 9.1.2. Інтегрування векторів. Теорема Гауса. Теорема Стокса. Теорія потенціалу.
- 9.2. Диференціальні рівняння з частинними похідними.
- 9.2.1. Диференціальні рівняння з частинними похідними з двома незалежними змінними. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними.
- 9.2.2. Рівняння гіперболічного типу. Хвильове рівняння та постановки крайових задач. Рівняння коливань струни. Граничні та початкові умови. Їх фізична інтерпретація. Класифікація крайових задач.
- 9.2.3. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для гіперболічних рівнянь.
- 9.2.4. Рівняння параболічного типу. Рівняння параболічного типу та фізичні задачі, що до них приводять. Граничні та початкові умови, їх фізична інтерпретація.
- 9.2.5. Метод розділення змінних для параболічних рівнянь.
- 9.2.6. Рівняння еліптичного типу та фізичні процеси, які до них приводять. Постановки крайових задач для еліптичних рівнянь. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.
- 9.2.7. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для еліптичних рівнянь.

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Дутчак Я.Й., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. - К.: НМКВО, 1991.
3. Дущенко В.П. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика. - К.: НМКВО, 1991.
4. Галушак М.О., Фреїк Д.М. Курс фізики. Основи молекулярної фізики та термодинаміки.-К.:ІСДОУ, 1993.
5. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. – М.: Высшая школа, 1983.
6. Матвеев А.Н. Оптика. – М.: Высшая школа, 1985.
7. Матвеев А.Н. Атомная физика. – М.: Высшая школа, 1989.
8. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980.
9. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Механика. – М.: Просвещение, 1979.
10. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Электричество и магнетизм. – М.: Просвещение, 1980.
11. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Эткин В.С. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. – М.: Просвещение, 1982.
12. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н., Эткин В.С. Курс общей физики. Молекулярная физика. – М.: Просвещение, 1982.
13. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика. – М.: Наука, 1979.
14. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество. – М.: Наука, 1983.
15. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. – М.: Наука, 1980.
16. Стрелков С.П. Механика. – М.: Наука, 1972.
17. Щирков Ю.М., Юдин И.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1972.
18. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. – М.: Изд-во МГУ, 1978.
19. Бредов М. М., Румянцев В. В., Топтыгин И. Н. Классическая электродинамика. – М.: Наука, 1985.
20. Мессиа А. Квантовая механика, в 2-х т.– М.: Наука, 1978.
21. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - Москва: Наука, 1977. - 736с.
22. Г. Арфкен Математические методы в физике. - Москва: Наука, 1985. - 312с.
23. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. – Москва: Наука, 1984. – 384с.
24. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.
25. Жданов Г.С., Хунджуа А.Г. Лекции по физике твердого тела. М., МГУ, 1988.
26. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М., Наука, 1976.